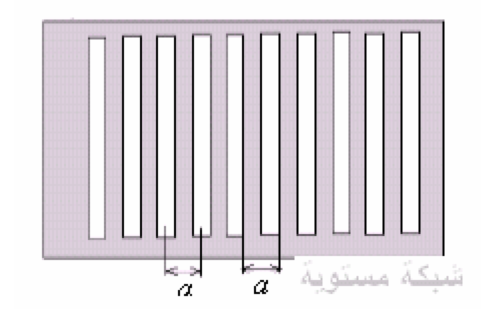
حيود الضوء بواسطة شبكة

I شبكة الحيود:

1) تعريف شبكة الحيود:

شبكة الحيود عبارة عن صفيحة تحتوي على عدة شقوق غير شفافة متوازيةومتساوية المسافة فيما بينها. و المسافة الفاصلة بين شقين متتاليين تسمى خطوة الشبكة ويرمز إليها بالحرف a ووحدتها (m) .

تتميز الشبكة بعدد الشقوق في وحدة الطول الذي نرمز إليه $n=\frac{1}{a}=\frac{N}{L}(m^{-1})$



n عدد شقوق الشبكة لوحدة الطول ب m^{-1}
N: عدد شقوق الشبكة
L: طول الشبكةب: m

2) مثال :

نعتبر شبكة انتقال خطوتها $a=4\times10^{-6}m$ طولها $L=4cm$.

1) ما خطوة هذه الشبكة؟

2) ما عدد شقوق الشبكة؟

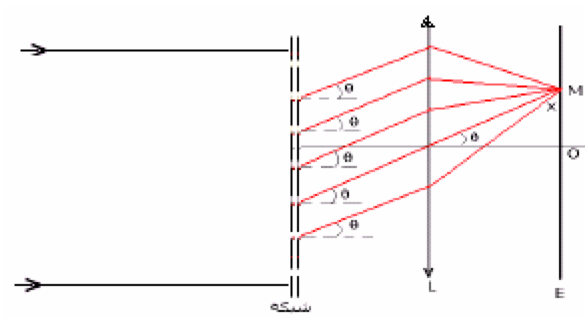
1) خطوة الشبكة: $n=\frac{1}{a}=\frac{1}{4\times10^{-6}m}=25\times10^{4}m^{-1}$

2) عدد شقوق الشبكة: $N=n\times L=25\times10^{4}\times4\times10^{-2}=10^{3}$

II حيود الضوء بواسطة شبكة:

1)تجربة:

-نرسل حزمة ضوئية منبعثة من منبع اللآزر عموديا على شبكة توجد أمام عدسة مجمعةونضع شاشة في المستوى البؤري الصورة للعدسة.



2) استنتاج:

تشاهد على الشاشة سلسلة من بقع ضوئيةأحادية اللون متوازية ومتساوية المسافة فيما بينهاومتماثلة بالنسبة للبقعة المركزية. تسمى هذه الظاهرة بظاهرة الحيودبحيث تتصرف شقوق الشبكة كمنابع ضوئية و همية.



البقعة المركزية ناتجة عن الحزمة الضوئية التي تجتاز الشبكة دون انحراف لذلك اصطلح على اعطاء هذه البقعة **الرتبة** $k=0$ ونرقم البقع الاخرى انطلاقا من رتبة هذه البقعة.

*في حالة الورود المنظمي:

عندما ترد حزمة ضوئية عموديا على مستوي الشبكةنقول أن الورود منظمي.

ونسمي فرق السير بين الموجتين(1)و(2)والذي نرمز إليه ب: δ المسافة $I'H=\delta=d_2-d_1$

$d_1 = IS$ المسافة التي تقطعها الموجة1 ‏ ‏ ‏ ‏ ‏ $d_2 = I'S'$: المسافة التي تقطعها الموجة :2

ولدينا في المثلث القائم الزاوية IHI'

$\delta = a \sin\theta$

فرق السير

وموا ضع النقط ذات الإضاءة القصوى يوافق كون فرق السير مساويا لعدد صحيح لطول الموجة $\delta = k\lambda$ ‏ $(k \in Z)$

أي: $a\sin\theta = k\lambda$ مع $n = \dfrac{1}{a}$

إذن: $\sin\theta = k\lambda n$ مع $(k \in Z)$

ولدينا : $-1 \le \sin\theta \le +1$ إذن : $-1 \le k\lambda n \le +1$ ومنه: $-\dfrac{1}{\lambda n} \le k \le +\dfrac{1}{\lambda n}$

k هو عدد البقع ذات الإضاءة القصوية.

فمثلا: بالنسبة لخطوة الشبكة $n = 5\times10^5 m^{-1}$ وطول الموجة الضوئية $\lambda = 589nm$

عدد البقع ذات الإضاءة القصوية

$$-\frac{1}{589\times10^{-9}\times5\times10^5 m^{-1}} \le k \le +\frac{1}{589\times10^{-9} m\times5\times10^5 m^{-1}}$$

هو : أي: $-3{,}39 \le k \le +3{,}39$

وبما أن $(k \in Z)$ فإن القيم الممكنة والتي تحقق الشرط الأسبق هي:

وبالتالي نحصل في هذه الحالة على 7 بقع ذات إضاءة قصوية.

$k \in \{-3,-2,-1,0,+1,+2,+3\}$

والإتجاهات الموافقة لهذه البقع تحقق العلاقة التالية: $\sin\theta_k = k\lambda n$

$k = 0 \Leftarrow \sin\theta = 0 \Leftarrow \theta = 0$ موضع البقعة المركزية.

$k = +1 \Leftarrow \sin\theta = n\lambda = 0{,}295 \Leftarrow \theta = 17°$

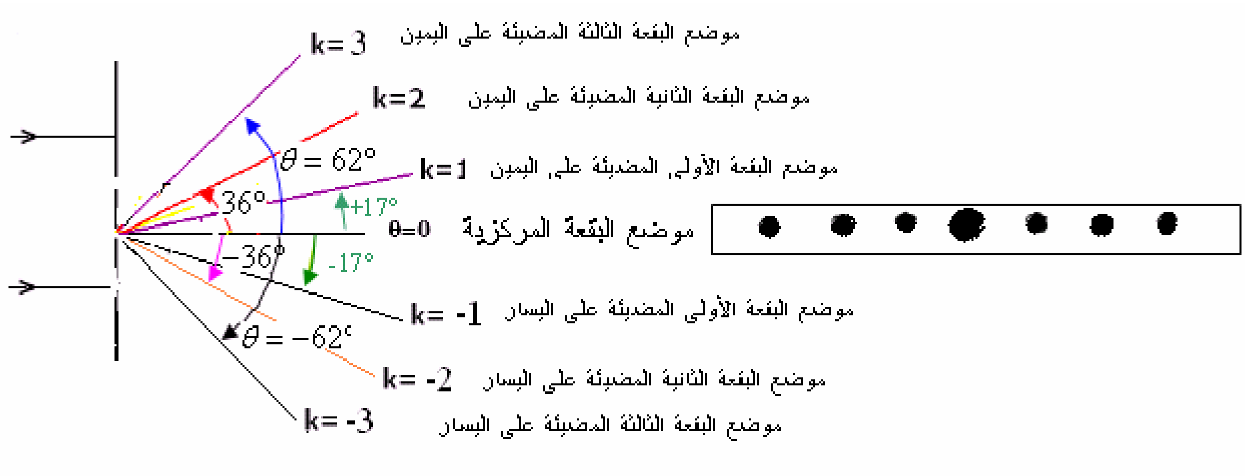
$k = +2 \Leftarrow \sin\theta = 2n\lambda = 0{,}59 \Leftarrow \theta = 36°$

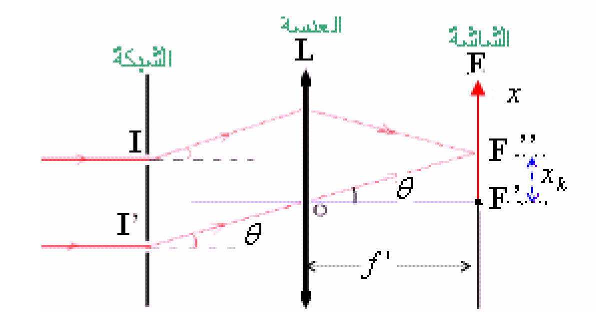
$k = +3 \Leftarrow \Leftarrow \sin\theta = 3n\lambda = 0{,}885 \ \theta = 62°$

وبنفس الطريقة نجد : بالنسبة ل : $k = -1$ ، $\theta = -17°$

و بالنسبة ل: $k = -2$ ، $\theta = -36°$

و بالنسبة ل: $k = -3$ ، $\theta = -62°$





لدينا في المثلث القائم الزاوية $OF'F''$:

$$tg\theta = \frac{F'F''}{f'}$$

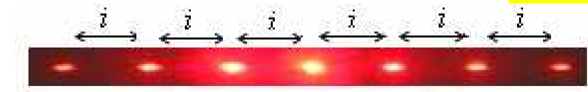
باعتبار محور ox أصله منطبق مع F' وموجه نحو الأعلى، البقعة الضوئية ذات الرتبة k توجد في المسافة x_k.

بحيث $tg\theta = \frac{x_k}{f'}$ ونعلم أن $\sin\theta = k.\lambda.n$

الزاوية θ جد صغيرة بحيث يمكننا أن نكتب بتقدير مقبول : $\sin\theta = tg\theta = \theta(rad)$

إذن: $\frac{x_k}{f'} = k.\lambda.n$ ومنه :

$x_k = k.\lambda.n.f'$ **هذه العلاقة تحدد مواضع البقع ذات الإضاءة القصوى .**



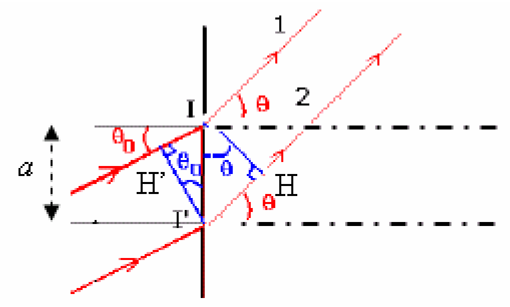
البقع ذات الإضاءة القصوى متساوية المسافة فيما بينها ،و المسافة الفاصلة بين بقعتين ضوئيتين متتاليتين هي:

$i = x_{k+1} - x_k$ بحيث: $x_{k+1} = (k+1).\lambda.n.f'$

إذن: $i = (k+1)\lambda nf' - k\lambda nf' = \lambda nf'$

المسافة الفاصلة بين بقعتين ضوئيتين متتاليتين $i = \lambda.n.f'$

*في حالة الورودالغيرمنظمي:



عندما ترد أشعة الضوء أحادية اللون مائلة بزاوية θ_0 على الشبكة يكون فرق ا لسير:

$\delta = I'H - IH'$ باعتبار المثلث القائم الزاوية: $I.I'H$ لدينا : $\sin\theta = \frac{I'H}{a}$

و باعتبار المثلث القائم الزاوية: $I.I'H'$ لدينا $\sin\theta o = \frac{IH'}{a}$

إذن: $\delta = a(\sin\theta - \sin\theta o)$

وبذلك يكون مواضع البقع ذات الإضاءة القصوية هي التي تحقق العلاقة: $\delta = k\lambda$

أي: $a(\sin\theta - \sin\theta o) = k\lambda$

أي: $\sin\theta - \sin\theta o = k\lambda n$ لأن: $n = \frac{1}{a}$

$$\sin\theta = k\lambda n + \sin\theta o$$

وبما أن: $-1 \le \sin\theta \le +1$

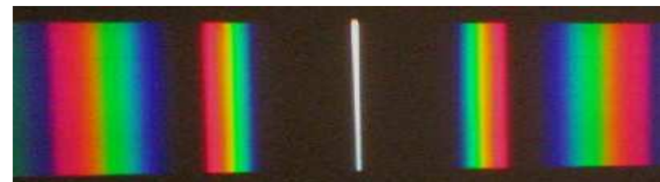
فإن: $-1 \le k\lambda n + \sin\theta o \le +1$

$\frac{-1-\sin\theta o}{\lambda n} \le k \le \frac{1-\sin\theta o}{\lambda n}$ مع $k \in Z$

III) حيود الضوء الأبيض بواسطة شبكة:

1)وصف الظاهرة:

نلاحظ تبددالضوء الأبيض بعد اجتيازه للشبكة فنحصل على طيف الضوء الأبيض، حيث نشاهد سلسلة من أطياف الضوء الأبيض، والبقعة المركزية تكون بيضاء وهي ناتجة عن تراكب الأشعة الضوئية الأحادية اللون.(انظر الشكل).



كما نلاحظ أن الضوء الأحمر هو الأكثر انحرافا بينما البنفسجي هو الاقل انحرافا وهو عكس ما نحصل عليه بواسطة موشور.

نحصل بواسطة شبكة على حيود وتبدد الضوء الأبيض ، وزاويةانحراف الضوء الأحادي اللون الذي ينتج عن حيود الضوء الأبيض بواسطة شبكة دالة تصاعدية لطول الموجة λ .

2) زوايا الإنحراف: θ

نعتبر حالة الورود المظمي: $\sin\theta = k\lambda n$

وبالنسبة للضوء المرئي لدينا: $400nm \le \lambda \le 800nm$ $\theta(rad) = k\lambda n$

بالنسبة ل: $k=0 \Leftarrow \sin\theta = 0$ مهما كانت قيمة λ، ونحصل على تراكب جميع الأشعة لتعطي بقعة مركزية بيضاء.

بالنسبة ل: $k=1 \Leftarrow \sin\theta = \lambda n$

الإتجاهات للأشعة ذات اللون الأحمر والأصفر والبنفسجي هي على التوالي:

$(\lambda_{Rouge} = 0{,}8nm) \Rightarrow \qquad \sin\theta_{1R} = \lambda_R.n \Rightarrow \theta_{1R}$

$(\lambda_{Jaune} = 0{,}6nm) \Rightarrow \qquad \sin\theta_{1J} = \lambda_J.n \Rightarrow \theta_{1J}$

$(\lambda_{Violet} = 0{,}4nm) \Rightarrow \qquad \sin\theta_{1V} = \lambda_V.n \Rightarrow \theta_{1V}$

الشيء الذي يبين أن : $\theta_{1R} > \theta_{1J} > \theta_{1V}$

وبذلك تتحلل شبكة الضوء الأبيض فتعطي طيفا منفردا يسمى الطيف ذا الرتبة $k=1$

بالنسبة ل $k=2 \Leftarrow \sin\theta = 2\lambda n$

الإتجاهات للأشعة ذات اللون الأحمر والأصفر والبنفسجي هي على التوالي:

$(\lambda_{Rouge} = 0{,}8nm) \Rightarrow \qquad \sin\theta_{1R} = 2\lambda_R.n \Rightarrow \theta_{2R}$

$(\lambda_{Jaune} = 0{,}6nm) \Rightarrow \qquad \sin\theta_{1J} = 2\lambda_J.n \Rightarrow \theta_{2J}$

$(\lambda_{Violet} = 0{,}4nm) \Rightarrow \qquad \sin\theta_{1V} = 2\lambda_V.n \Rightarrow \theta_{2V}$

الشيء الذي يبين أن : $\theta_{2R} > \theta_{2J} > \theta_{2V}$

وفي هذه الحالة الطيف المحصل عليه يسمى الطيف ذا الرتبة $k=2$

وبهذه الكيفية تتحلل الشبكة لتعطي عدة أطياف.

3) عرض الطيف:

يعبر عن عرض الطيف ذي الرتبة $k=1$ المحصل عليه بواسطة شبكة بالعلاقة:

$$\Delta x = x_{1R} - x_{1V}$$

x: يمثل افصول البقعة انطلاقا من البقعة المركزية.

ورأينا سابقا بأن: $x = f'.\lambda.n$

إذن: $\Delta x = x_{1R} - x_{1V} = f'.n.(\lambda_R - \lambda_V)$

Abdelkrim SBIRO
(Pour toutes observations contactez mon émail)
sbiabdou@yahoo.fr